

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053281

International filing date: 06 December 2004 (06.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 03 15353
Filing date: 24 December 2003 (24.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 01 February 2005 (01.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



24.12.2004

EP04/53281

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 03 DEC. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES DATE 24 DEC 2003 LIEU 75 INPI PARIS 26Bis SP 0315353 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 24 DEC. 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE THALES INTELLECTUAL PROPERTY 31-33 avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL CEDEX	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 63290			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	
		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE VISUALISATION DES ECHOS RECUS PAR UN SONAR ACTIF UTILISANT UNE EMISSION A SPECTRE DE RAIES.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale THALES			
Prénoms Société Anonyme			
Forme juridique 5 5 2 0 5 9 0 2 4			
N° SIREN Code APE-NAF			
Domicile ou siège Rue 45 rue de Villiers			
Code postal et ville 19 2 5 2 6 NEUILLY SUR SEINE			
Pays FRANCE			
Nationalité Française			
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

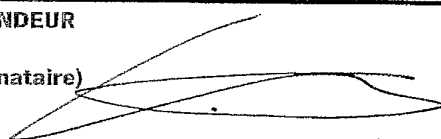
Remplir impérativement la 2^{ème} page


**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**
REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE 24 DEC 2003 LIEU 75 INPI PARIS 26Bis SP N° D'ENREGISTREMENT 0315353 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	
--	--

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)	
Nom	SIMON
Prénom	Viviane
Cabinet ou Société	THALES
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	8325
Adresse	Rue
	Code postal et ville
	Pays
N° de téléphone (facultatif)	31-33 avenue Aristide Briand
N° de télécopie (facultatif)	19 4 1 1 17 ARCUEIL CEDEX
Adresse électronique (facultatif)	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	01 41 48 45 40
N° de télécopie (facultatif)	01 41 48 45 01
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	
Uniquement pour les personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [] [] [] [] []	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
Viviane SIMON 	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	
M. MARTIN	

L'invention décrite et revendiquée dans le présent document a pour objet un procédé permettant de visualiser sur une seule image les informations utiles obtenues par la mise en œuvre d'un sonar actif à émission à spectre de raies. Ce procédé permet à un opérateur de visualiser simultanément les échos pouvant représenter un danger et de ce fait nécessitant une surveillance, ainsi que la réverbération et en particulier celle due aux réflexions sur le fond qui est souvent la plus gênante. Ce procédé est en particulier destiné aux systèmes sonars exploitant l'effet doppler pour caractériser les échos reçus.

Les sonars actifs émettent des signaux qui, dans la réalité, ont une durée T limitée et occupent une bande de fréquence B elle aussi limitée. De ces caractéristiques de bande et de durée, peuvent être mises à profit pour obtenir un gain de traitement en amplitude, fonction du produit $B \cdot T$, et une aptitude à séparer les signaux reçus dans le domaine temporel, avec une résolution fonction de $1/B$ et dans le domaine fréquentiel avec une résolution fonction de $1/T$. Plus précisément pour chaque sonar on peut définir une fonction d'ambiguïté qui représente son aptitude à distinguer des échos en provenance de sources plus ou moins proches (la distance se traduisant par un retard de propagation) et allant plus ou moins vite (la vitesse se traduisant du fait de l'effet doppler par une modification du spectre de fréquence)

Les signaux large bande présentent l'intérêt de permettre une détection, une estimation de la distance et un pouvoir séparateur en distance d'autant meilleurs que la bande est large. Parmi ces signaux à large bande passante, les signaux modulés hyperboliquement en fréquence présentent l'avantage d'être insensibles à une altération doppler : en d'autres termes même affecté par l'effet doppler, le signal réfléchi est à l'image du signal émis et une cible sera détectée par le même détecteur quelle que soit sa vitesse, le gain de traitement étant inchangé. Cependant cette insensibilité s'accompagne d'une incertitude "doppler-retard" qui a pour conséquence que, sans information sur la distance, on ne sait pas précisément estimer la vitesse et inversement.

Les signaux à spectre de raies présentent au contraire l'avantage de bien séparer les échos en fonction de la vitesse relative du sonar et des cibles, l'effet doppler se traduisant par un décalage ou "glissement" de la fréquence du signal reçu par rapport à la fréquence émise. Cette propriété est
5 particulièrement exploitée pour lutter contre le bruit de réverbération. La réverbération résulte de la réflexion du signal sur de multiples hétérogénéités en suspension ou sur le fond ou encore sur la surface. Ces réflecteurs étant fixes les signaux correspondants reçus dans une voie du sonar sont affectés d'un doppler qui ne dépend que de la vitesse du porteur et de la direction
10 pointée par la voie de réception du sonar. Pour une cible mobile il en est de même mais l'effet doppler est augmenté du fait de la vitesse propre de la cible par rapport au porteur.

Par simple filtrage on peut ainsi différencier un écho de la réverbération et estimer la vitesse relative de la cible ayant renvoyé cet écho pour peu que la
15 résolution en fréquence du sonar soit suffisante.

Les sonars actuels fonctionnent généralement suivant l'un ou l'autre de ces modes en émettant soit des signaux à large bande, soit des signaux à spectre de raies. Ainsi la demande FR 03 04042 déposée le 01/04/2003 par
20 la demanderesse, décrit un sonar qui utilise simultanément les propriétés des signaux modulés en fréquence et des signaux à forte résolution en doppler tels que les signaux BPSK.

Les sonars à émissions à spectre de raies permettent d'appliquer facilement un traitement doppler aux signaux reçus et d'effectuer la classification des
25 échos reçus, non seulement par l'intensité des signaux reçus correspondants, mais aussi par leurs fréquences doppler. Par rapport au porteur du sonar, un écho est alors caractérisé par trois paramètres, sa distance par rapport au porteur, le gisement dans lequel il se trouve et sa vitesse de déplacement. Le gisement peut être défini comme l'angle que fait
30 la direction reliant le sonar à l'objet dont l'écho est reçu avec le cap du navire porteur.

Le paramètre de vitesse est en particulier important pour déterminer si l'objet détecté est susceptible de représenter une quelconque menace pour le porteur du sonar. Il permet également de manière avantageuse une
35 amélioration du contraste. En effet l'écho réfléchi par une cible mobile de

petite taille située dans une zone de forte réverbération panoramique du fond marin, est invisible avec une émission à large spectre car de niveau trop faible par rapport au niveau atteint par le signal de réverbération qui couvre uniformément l'ensemble de la bande. En revanche, il peut être facilement
5 séparé du fouillis ambiant constitué par la réverbération panoramique, grâce au déplacement en fréquence dû au doppler qui résulte de la vitesse de la cible. Il peut ainsi être détecté et isolé.

Cependant l'utilisation du paramètre doppler pose à l'opérateur, un problème de visualisation des informations reçues. En effet en l'absence d'analyse
10 doppler, chaque écho peut être figuré sur un plan, comme un point, ou une petite surface, ayant deux coordonnées: son gisement et sa distance. On peut donc, à partir d'un écran de visualisation classique, représenter les échos reçus. Cette représentation peut par exemple prendre la forme de spots lumineux dont la position et la taille reflètent la position et la taille des
15 objets ayant renvoyé un écho. Le niveau de l'écho reçu étant par exemple rendu par l'intensité du spot lumineux, il est simple de prévoir d'acquérir les paramètres d'une cible par simple pointage de l'écho correspondant.

En revanche si on effectue une caractérisation doppler des échos, chaque
20 écho est alors identifié par trois coordonnées: son gisement, sa distance et sa fréquence doppler. Une représentation simple dans un plan n'est alors plus possible.

Une première solution consiste alors à représenter les échos détectés dans un espace à trois dimensions. Pour cela il est par exemple possible d'utiliser
25 une représentation en perspective, réalisée suivant trois axes, un axe distance, un axe gisement et un axe doppler. Une telle représentation est illustrée, par la figure 2. Cependant, bien que présentant l'avantage de permettre une représentation simultanée de tous les échos reçus, la représentation en perspective présente de sérieux inconvénients. Tout
30 d'abord elle nécessite l'utilisation d'écrans spéciaux plus complexes et plus onéreux que de simples écrans de visualisation classiques. Ensuite, Une telle représentation rend plus complexe les opérations effectuées par les opérateurs chargés du sonar, telle que la désignation, au moyen d'un curseur par exemple, d'un écho affiché à l'écran. Enfin, dans le cas où un

grand nombre d'échos sont reçus, la représentation en perspective perd sa lisibilité.

Une deuxième solution, connue de l'art antérieur et couramment utilisée, consiste à exploiter simultanément deux images planes simultanées. Une première image, telle que celles des figures 3 et 4, réalise l'affichage des échos reçus ayant une même fréquence doppler, dans un plan gisement-distance classique. La fréquence doppler souhaitée est sélectionnée par l'opérateur. Une telle image permet de visualiser simultanément tous les échos ayant une même fréquence doppler. En revanche les échos présentant une autre fréquence doppler ne sont pas représentés. L'analyse visuelle des échos se fait donc par explorations successives des différentes images disponibles.

La représentation dans le plan gisement-distance est complétée par une deuxième image dans un plan gisement-doppler, telle que celle de la figure 5. Cette deuxième image permet de visualiser l'ensemble des échos situés à une distance donnée, quelle que soit leur fréquence doppler dans la plage doppler couverte par le sonar. Cette distance est par ailleurs sélectionnée par l'opérateur.

Cette deuxième solution qui consiste en une visualisation par pages, présente l'avantage d'être compatible des écrans de visualisation couramment utilisés. En revanche du fait qu'elle nécessite d'explorer successivement un grand nombre d'images dans deux plans différents, elle est d'une mise en œuvre longue et fastidieuse pour l'opérateur, même si le passage de la représentation dans un plan à la représentation dans l'autre plan est généralement facilité par la mise en œuvre d'outils informatiques. Elle est cause d'un certain nombre d'erreurs d'interprétation notamment en ce qui concerne la détection d'objet de relativement petite taille se déplaçant dans des zones à forte réverbération. D'autre part une telle représentation ne permet pas une visualisation globale de la réverbération panoramique des fonds marins, les échos matérialisant cette réverbération se trouvant répartis sur toutes les images, en fonction de leur fréquence doppler. Pour pouvoir bien analyser chaque image, l'opérateur doit alors effectuer une recomposition mentale de la réverbération panoramique.

Pour pallier ces difficultés le procédé selon l'invention propose une autre façon d'exploiter l'information doppler. Le procédé selon l'invention effectue, à partir d'une émission à spectre de raies, la recomposition d'une image plane synthétique présentée dans un plan gisement-distance. Cette image synthétique représente de manière différenciée les échos détectés et fait figurer sous forme de zones d'étendues variables les signaux acoustiques provenant des différentes forme de réverbération, notamment celle du fond.

A cet effet le procédé selon l'invention comporte plusieurs étapes. Une première étape de traitement doppler du signal sonar reçu, qui permet de classer les échos reçus en fonction de leur fréquence doppler. Les échos sont en particulier classés en deux catégories: les échos fixes et les échos mobiles.

Une deuxième étape consiste à synthétiser une image plane présentant l'ensemble des échos reçus, quelle que soit leur fréquence doppler, dans un seul plan gisement-distance, et à matérialiser chaque écho détecté par un symbole indiquant notamment s'il est fixe ou mobile.

Une dernière étape consiste enfin à superposer à la représentation des échos un signal reconstituant la réverbération panoramique du fond marin.

Le procédé selon l'invention présente l'avantage de conduire à une représentation panoramique plane, claire et facilement exploitable par un opérateur car semblable à celle utilisée pour l'exploitation de systèmes sonar émettant des ondes à spectre large. L'image obtenue présente en une seule fois à l'opérateur la totalité des informations utiles. Le procédé selon l'invention exploite avantageusement l'effet doppler afin d'obtenir une image ayant un contraste sensiblement amélioré qui permet en particulier à l'opérateur de visualiser des échos provenant d'objets de petite taille. Il présente également l'avantage d'offrir la possibilité d'un affichage différencié des échos fixes et mobiles. Le procédé selon l'invention présente encore l'avantage de restituer à l'opérateur une image de la réverbération du fond marin, réverbération qui constitue une aide pour l'exploitation de l'image sonar.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront au fil de la description faite en regard des figures qui représentent :

la figure 1, l'illustration schématique des éléments représenté sur
5 une image sonar, obtenu à partir d'un sonar classique émettant une onde à spectre large;

la figure 2, un exemple de représentation en trois dimensions d'échos sonars caractérisés par leur distance, leur gisement, et leur fréquence doppler;

10 la figure 3, La représentation schématique d'une image plane correspondant à l'affichage ,dans un plan gisement-distance p_1 mentionné sur la figure 2, des échos reçus ayant une même fréquence doppler;

la figure 4, La représentation schématique d'une image plane correspondant à l'affichage ,dans un plan gisement-distance p_2 mentionné
15 sur la figure 2, des échos reçus ayant une même fréquence doppler;

la figure 5, La représentation schématique illustrant d'une image plane correspondant à l'affichage ,dans un plan gisement-doppler, des échos reçus et situés à une même distance D mentionnée sur la figure 2;

la figure 6, une illustration présentant une partition du plan
20 gisement-doppler en différentes zones, partition exploitée par le procédé selon l'invention;

la figure 7, un organigramme simplifié du procédé selon l'invention;

la figure 8, une illustration de l'image obtenue par les procédé
25 selon l'invention.

La figure 1 présente de manière volontairement simplifiée une image sonar telle que celle obtenue au moyen d'un sonar actif émettant un signal HFM ou "Hyperbolic Frequency Modulation" selon la dénomination
30 anglo-saxonne. L'image se présente de manière schématique comme un ensemble d'aires 11 de tailles variables sur lesquelles sont superposés des symboles géométriques 12. Sur une image réelle ces aires 11 correspondent à des zones ayant un niveau de bruit ou de réverbération situé dans une plage donnée. Elles sont généralement représentées comme des éléments
35 colorés, de taille et de couleur variables, la couleur variant par exemple en

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront au fil de la description faite en regard des figures qui représentent :

la figure 1, l'illustration schématique des éléments représenté sur
5 une image sonar, obtenu à partir d'un sonar classique émettant une onde à spectre large;

la figure 2, un exemple de représentation en trois dimensions d'échos sonars caractérisés par leur distance, leur gisement, et leur fréquence doppler;

10 la figure 3, La représentation schématique d'une image plane correspondant à l'affichage ,dans un plan gisement-distance p_1 mentionné sur la figure 2, des échos reçus ayant une même fréquence doppler;

la figure 4, La représentation schématique d'une image plane correspondant à l'affichage ,dans un plan gisement-distance p_2 mentionné
15 sur la figure 2, des échos reçus ayant une même fréquence doppler;

la figure 5, La représentation schématique illustrant d'une image plane correspondant à l'affichage ,dans un plan gisement-doppler, des échos reçus et situés à une même distance D mentionnée sur la figure 2;

la figure 6, une illustration présentant une partition du plan
20 gisement-doppler en différentes zones, partition exploitée par le procédé selon l'invention;

la figure 7, un organigramme simplifié du procédé selon l'invention;

la figure 8, une illustration de l'image obtenue par les procédé
25 selon l'invention.

La figure 1 présente de manière volontairement simplifiée une image sonar telle que celle obtenue au moyen d'un sonar actif émettant un signal à modulation de fréquence hyperbolique ou "Hyperbolic Frequency Modulation" (HFM)..... selon la dénomination anglo-saxonne. L'image
30 se présente de manière schématique comme un ensemble d'aires 11 de tailles variables sur lesquelles sont superposés des symboles géométriques 12. Sur une image réelle ces aires 11 correspondent à des zones ayant un niveau de bruit ou de réverbération situé dans une plage donnée. Elles sont généralement représentées comme des éléments colorés, de taille et de
35 couleur variables, la couleur variant par exemple en

fonction de l'intensité de l'écho reçu. Sur une telle image, les aires les plus étendues représentent généralement la réverbération de l'onde sonar sur le fond marin.

Le retard et l'intensité du signal reçu dépendent en particulier de la distance
5 à laquelle se situe l'objet qui renvoie cet écho. Ainsi de manière générale on peut grossièrement distinguer, comme illustré sur la figure, des zones successives 13, 14 et 15, pour lesquelles l'intensité du signal reçu va globalement en décroissant. Un même relief sous-marin s'étendant sur une certaine distance, se trouve donc représentée par une succession d'aires 12
10 contiguës de couleur ou de contraste différents. Le contour global 16 de l'ensemble de ces taches figure le contour général du relief considéré. Pour des raisons de simplification, les différentes aires et zones sont représentées sur la figure 1 par des formes géométriques. Dans la réalité, elles peuvent avoir un contour à la fois moins régulier et moins précis.

15 Les symboles 12 quant à eux servent principalement à marquer les emplacements où ont été détectés des échos nécessitant l'attention de l'opérateur. La détection de ces échos peut par exemple être réalisée en fonction d'un dépassement de seuil d'amplitude par le signal reçu. Dans le cas d'une image obtenue par mise en œuvre d'un sonar non-doppler, les
20 échos détectés sont généralement représentés par des symboles de forme identique, par exemple, sous forme de cercles, dont les tailles sont fonction de l'intensité des échos détectés.

En ce qui concerne les sonars émettant des signaux à large bande de type HFM, la visualisation des échos reçus ne présente donc pas, a priori, de
25 difficulté particulière. Chaque écho, caractérisé par sa position et son intensité, peut être représenté sans perte d'information sur une image plane. En revanche, l'exploitation de ce type de sonar souffre de la limitation apportée par l'absence de caractérisation de la vitesse des échos détectés et par une incertitude sur leur distance exacte, dans la mesure où la vitesse de
30 la cible est inconnue. La représentation ne fait donc pas apparaître le caractère fixe ou mobile de l'écho considéré.

Ainsi comme l'illustre la figure 1, deux échos ayant des vitesses différentes seront représentés de manière identique sur un écran de visualisation. Cette similitude de représentation contraint l'opérateur en présence d'un grand

nombre d'échos, à une vigilance accrue destinée à distinguer les échos fixes des échos mobiles, au travers des rafraîchissements successifs de l'image.

La figure 2 illustre la difficulté que revêt la représentation dans un plan des informations relatives aux échos détectés par un sonar, de type FP par exemple, émettent une onde à spectre de raies. Avec ce type de sonar il est possible de caractériser un écho reçu en fonction de sa position et de sa fréquence doppler, c'est à dire c'est à dire de la distance et de la vitesse de l'objet ayant renvoyé l'écho. Pour obtenir une représentation visuelle qui mette simultanément en évidence les vitesses des échos reçus, on est conduit à employer une représentation plus complexe, en trois dimensions par exemple. Cette représentation peut par exemple prendre la forme d'une vue en perspective semblable à l'illustration de la figure 2. Une telle représentation peut être assimilée à un empilement de représentations planes p_i suivant les axes gisement-distance, chaque représentation plane faisant apparaître les aires 22 et les symboles 23 correspondant aux échos reçus et aux échos détectés ayant une fréquence doppler f_d donnée. Chaque plan p_i constitue ainsi une image sur laquelle sont positionnées des aires de différentes tailles et des symboles, les aires les plus intenses correspondant au signal de réverbération pour la fréquence doppler considérée. La réverbération, dans la mesure où elle peut être considérée comme une juxtaposition de multiples cibles fixes, est affectée d'un effet doppler dû au seul mouvement du bateau porteur. Ainsi, aux symétries géométriques près, il y a correspondance d'évolution entre gisement et fréquence doppler. Cette concordance explique l'évolution des zones 22 d'un plan doppler p_i à l'autre sur la figure 2.

Le nombre de plans p_i affichables et l'écart de fréquence doppler Δf_d entre chaque plan sont donnés par les caractéristiques de bande doppler analysée et de résolution doppler du sonar utilisé.

Une telle représentation, bien que répondant aux besoins, apparaît comme délicate à exploiter. En effet malgré l'effet de volume et même si l'on utilise des artifices de couleurs et de symboles cet empilement de plan est très difficile à analyser simultanément. C'est pourquoi le mode d'exploitation utilisé couramment consiste en une visualisation plan par plan, un seul plan

p_1 étant visualisé à la fois. Ce mode d'exploitation est illustré par les figures 3 et 4.

La figure 3 présente de manière schématique l'image
5 correspondant à la représentation en perspective du plan p_1 présentée sur la figure 2. Elle correspond pour la fréquence fd_1 à l'image sonar que fournit un système sonar à émission à spectre de raies. Sur cette image sont représentés les symboles 23 correspondant aux échos détectés dont la fréquence doppler est située dans la zone de résolution doppler centrée sur la fréquence Fd_1 . De même, le signal correspondant à la réverbération est
10 représenté par la zone 22, qui ne s'étend que sur une partie de l'axe gisement.

La figure 4 présente quant à elle l'image correspondant à la
15 représentation en perspective du plan p_2 présentée sur la figure 2. On y retrouve comme sur la figure 3 des symboles 23 et deux zones 22 correspondant à la réverbération panoramique.

Dans les systèmes sonars actuels, l'opérateur exploite les échos reçus aux
20 travers d'images telles que celles illustrées par les figures 3 et 4. L'opérateur peut sélectionner une image donnée en affichant par exemple la valeur de la fréquence doppler fd_i choisie.

Les figures 3 et 4 mettent en évidence les difficultés liées à l'utilisation d'un tel mode de visualisation.

25 La première difficulté porte sur la représentation du signal provenant de la réverbération panoramique. En effet comme on peut notamment le constater sur la figure 2, les échos de réverbération sont répartis sur différents plans p_i . Suivant le plan que l'on analyse, la position et la taille des aires 22 qui représentent principalement les échos de réverbération, varient sensiblement de sorte qu'il n'est pas toujours possible d'associer le contour global d'un
30 ensemble de tache à celui d'un élément de réverbération.

Ainsi sur la figure 2, le signal de réverbération se présente dans le plan p_1 correspondant à la fréquence Fd_1 , comme une aire centrée autour de l'axe correspondant à un gisement de 0° . En revanche, dans le plan p_2
35 correspondant à la fréquence Fd_2 il se présente sous la forme de deux aires

latérales situées de part et d'autre de cet axe. Plus généralement, la répartition sur l'axe gisement des aires qui constituent la réverbération dans les différents plans p_i , correspond à la trace pointillée 24.

La restitution de l'aspect général de la réverbération ne peut être réalisée qu'en effectuant la réunion des aires correspondantes à la réverbération panoramique, qui apparaissent dans les différents plans p_i .

La deuxième difficulté de la visualisation par plan, est une difficulté liée à l'exploitation des informations par l'opérateur. En effet dans un contexte ordinaire, la représentation en trois dimensions n'est pas possible avec le matériel utilisé. L'opérateur ne peut avoir accès qu'à une image plane telle que celles des figures 3 et 4, correspondant à un plan p_i donné. Ainsi pour visualiser l'ensemble des échos présents l'opérateur est conduit à afficher successivement les différentes images correspondant à l'ensemble des plans p_i . Cette opération d'affichages successifs s'avère à la fois fastidieuse, peu efficace en terme de surveillance et incompatible d'une exploitation temps réel.

Pour faciliter dans une certaine mesure la sélection de l'image visualisée, l'opérateur dispose généralement de la possibilité d'afficher une image complémentaire. Cette image consiste dans la représentation dans le plan gisement-doppler, pour une distance D sélectionnable par l'opérateur, des échos détectés et des échos de réverbération. Cette représentation est illustrée par la figure 5.

L'illustration de la figure 5 présente une vue en coupe, dans le plan gisement-doppler, de l'illustration de la figure 2; la coupe étant réalisée selon un plan perpendiculaire aux plans p_i et passant par une droite 25, située par exemple à une distance D du sonar. L'image présente des symboles 22 correspondant à des échos détectés ayant des fréquences doppler différentes et situés à une même distance D , ainsi qu'une zone 24 correspondant en particulier à la réverbération panoramique.

Comme l'illustre la figure 5, la réverbération est matérialisée par un grand nombre d'échos dont la fréquence doppler varie en fonction du gisement dans la bande doppler du sonar, formant ainsi la zone 24. Cette constatation

est par ailleurs généralisable à toute image gisement-doppler correspondant à un plan passant par une droite située à une distance D correspondant à la zone de détection du fond marin par le sonar.

- 5 L'exploitation des systèmes sonar à émission à spectre de raies couramment utilisés consiste en général à associer l'image correspondant à une représentation dans le plan gisement distance pour une fréquence doppler donnée, avec celle correspondant à une représentation dans le plan gisement doppler pour une distance donnée. L'association de deux images
- 10 est généralement facilitée par l'établissement de liens automatique entre les deux types d'images. Certains systèmes permettent ainsi, par exemple, de sélectionner au moyen d'un curseur, sur la représentation gisement-doppler correspondant à une distance D_1 , une fréquence doppler fd_1 donnée et de visualiser la représentation gisement-distance correspondant à la fréquence
- 15 fd_1 . Inversement, les mêmes systèmes permettent de sélectionner une distance D_2 sur la représentation gisement-distance et de visualiser la représentation gisement-doppler correspondante. Néanmoins ce type de manipulation d'images reste fastidieux et trop lent pour une véritable exploitation temps réel.

20

Pour permettre une exploitation rapide et efficace des échos reçus et bénéficier en même temps d'une bonne restitution de la réverbération panoramique, le procédé selon l'invention propose une exploitation différente des informations obtenues notamment par le traitement doppler.

- 25 Le procédé selon l'invention consiste à réaliser une image synthétique dans un plan gisement-distance, représentant sous forme de symboles tous les échos détectés. La forme ou la nature des symboles utilisés par le procédé pour représenter un écho, est différente selon que l'écho est fixe ou mobile. Sur cette image synthétique figurent également des aires élaborées de
- 30 manière artificielle, destinées à reconstituer fidèlement la réverbération panoramique de façon à ce que l'opérateur ait un aperçu de la réverbération lui permettant d'analyser facilement les échos affichés.

- L'illustration de la figure 6 illustre le principe sur lequel se fonde le
- 35 procédé selon l'invention. Elle présente, pour une distance donnée

quelconque, une partition d'un plan de représentation gisement-doppler des échos reçus tel que celui présenté sur la figure 5. Cette partition est réalisée en associant la fréquence doppler des échos, avec la vitesse et la position des objets ayant renvoyé ces échos.

- 5 Quand on parle de vitesse des échos on fait de manière générale référence à la fréquence doppler qui affecte la fréquence du signal réfléchi par un objet situé dans le secteur insonifié par le sonar. Cette fréquence doppler est fonction de la vitesse radiale relative de l'objet par rapport au navire porteur du sonar. Elle est également fonction du gisement dans lequel se trouve
10 l'objet, le gisement représentant l'écart angulaire entre la droite reliant le sonar à l'objet et le cap suivi par le navire porteur.

- Des calculs menés par ailleurs montrent que quel que soit l'objet, la fréquence doppler f_d de l'écho est comprise entre les valeurs $f_{d_{\min}} = f_0(1-2v/c)$
15 et $f_{d_{\max}} = f_0(1+2v/c)$, où v représente la vitesse du navire porteur suivant son cap, c la vitesse de propagation de l'onde acoustique dans le milieu et où f_0 symbolise la fréquence d'émission du sonar.

- D'autre part on montre également que la fréquence doppler f_d décroît de
20 $f_{d_{\max}}$ à $f_{d_{\min}}$, de façon sensiblement linéaire, à mesure que la valeur du cosinus du gisement augmente en valeur absolue.

- En conséquence, comme l'illustre la figure 6, il est possible dans une représentation des échos dans un plan gisement-doppler de distinguer trois zones. La première zone, baptisée "zone C", correspond à la partie du
25 domaine doppler pour laquelle aucune fréquence doppler ne peut correspondre à un écho fixe. Cette zone est située de part et d'autre du domaine compris entre $f_{d_{\max}}$ et $f_{d_{\min}}$ et s'étend sur l'axe gisement de -180° à $+180^\circ$.

- Inversement, la zone baptisée "zone A", correspond à la partie du
30 domaine doppler dans laquelle se répartissent, en fonction du gisement, les fréquences doppler correspondant à des échos fixes. Cette zone se présente comme une bande étroite à l'allure d'un chevron s'étendant sur un gisement allant de -180° à $+180^\circ$ et dont l'amplitude varie de $f_{d_{\max}}$ à $f_{d_{\min}}$. La largeur de la bande A est notamment fonction de la résolution en fréquence du
35 sonar.

Le reste du domaine compris entre fd_{\max} et fd_{\min} et ne correspondant pas à la zone A constitue la zone 63 baptisée "zone B".

La figure 6 permet de comprendre l'intérêt du découpage en zones A, B et C
5 au travers de l'exemple particulier d'un sonar dont l'une des voies de réception d'ouverture angulaire Δg , est orientée dans le gisement g . Cette voie de réception est symbolisée par le diagramme 64.

Pour cette voie de réception particulière, un écho fixe sera affecté d'une fréquence doppler Fd_g contenue dans la partie 65 de la zone A de largeur Δg
10 autour de g . En revanche pour une autre voie de réception orientée dans un gisement g' , un écho fixe sera affecté d'une fréquence doppler $Fd_{g'}$ contenue dans une autre partie de la zone A de largeur Δg autour de g' . Ainsi, l'écho d'un objet fixe présentant une certaine étendue en gisement, comme c'est le cas d'un relief du fond sous-marin par exemple, sera détecté au travers de
15 plusieurs voies de réception et sera affecté d'une fréquence doppler différente pour chaque voie.

De la sorte lorsqu'un tel écho est représenté comme sur les figures 3 et 4, dans un plan gisement-distance p_i , pour une fréquence doppler donnée, il fait l'objet d'une représentation partielle qui peut gêner son identification correcte
20 par un opérateur. De même l'écho étendu provenant de la réverbération du fond marin fait l'objet d'une représentation partielle dans chacun des plans gisement-distance p_i .

Le principe d'identification des échos reçus par leur appartenance à une des
25 zones A, B et C, est mis à profit par le procédé selon l'invention de deux façons.

Tout d'abord les échos détectés sont classés en échos fixes ou mobiles suivant que leur fréquence doppler appartient à la zone A ou à l'une des zones B ou C. Les échos détectés ainsi classés peuvent être représentés
30 dans un plan gisement-distance par des symboles distincts.

D'autre part, le signal de réverbération du fond marin, par nature étendu, correspond à une multitude d'échos dont les fréquences doppler appartiennent à la Zone A. On peut donc réaliser une représentation de la réverbération dans un plan gisement-distance en affichant pour chaque

intervalle de gisement Δg l'image du signal dont la fréquence doppler est contenue dans la zone A.

La figure 7 présente sous forme d'organigramme la succession
5 des étapes principales que comporte le procédé selon l'invention.
L'organigramme proposé est donné à titre d'exemple, le procédé pouvant
être mis en œuvre suivant de légères variantes ou encore enrichi d'étapes
complémentaires.

Le procédé selon l'invention comporte ainsi une première étape 71 de
10 traitement doppler et de détection qui permet notamment de distinguer les
échos dont le niveau dépasse un seuil de détection donné et de classer les
échos détectés en échos fixes et échos mobiles.

Le procédé comporte ensuite une deuxième étape 72 de réalisation d'une
image sonar synthétique positionnant les échos détectés dans un plan
15 gisement-distance. Chaque écho est figuré par un symbole, ce symbole
employé étant différent selon que l'écho est fixe ou mobile. La taille du
symbole est par ailleurs fonction du niveau de l'écho reçu.

Le procédé comporte enfin une troisième étape 73, consistant à restituer sur
l'image synthétique une représentation reconstituée de la réverbération, et
20 en particulier de la réverbération du fond marin. Cette reconstitution est
réalisée en affichant sur l'image l'ensemble des échos dont la fréquence
doppler se situe pour chaque voie de réception au milieu de la partie 65
correspondante de la zone A.

25 La figure 8 donne une représentation schématique de l'image
obtenue. Cette image est à comparer avec les image connues de l'art
antérieur, aussi bien celle de la figure 1 qui présente une image sonar
obtenue avec un système sonar à émission large spectre, que celle des
figure 3 et 4 qui présente les images partielles obtenues pour des fréquences
30 doppler particulières, avec un système sonar à émission à spectre de raies.

Sur l'image représentée à la figure 8 on peut distinguer des symboles 81 et
82 qui représentent respectivement des échos détectés mobiles et fixes.
Cette distinction entre échos fixes et mobiles est réalisée par l'affichage de
symboles différents. Elle est rendue avantageusement possible grâce à
35 l'utilisation du traitement doppler par le procédé selon l'invention.

L'image de la figure 8 comporte également des aires 83 correspondant à des zones de réverbération dont l'association visuelle donne une représentation d'éléments étendus, comme par exemple des éléments de relief constituant la réverbération panoramique du fond marin. Ces taches sont reconstituées
5 comme indiqué précédemment à partir des échos de la zone A. Cette image restitue ainsi avantageusement une représentation des éléments constituant la réverbération. Elle permet à l'opérateur d'analyser les échos détectés, comme cela est possible sur une image d'un système sonar à spectre large
10 tel que celle représentée schématiquement sur la figure 1, en ayant connaissance d'une éventuelle présence d'éléments de relief à proximité.

Dans la mesure où les signaux de la zone A y sont représentés, l'image de la figure 8 présente une image de la réverbération du fond marin dont le niveau décroît de manière plus ou moins régulière en fonction de la distance. Cette
15 image est représentée de manière approximative sous la forme des zones 84 à 87.

Le procédé selon l'invention permet donc de combiner les avantages de lisibilité présentés par les images sonar obtenues à partir de sonar à
20 émission à large spectre aux avantages liés au à l'exploitation de l'effet doppler par les sonars à émission à spectre de raies. On obtient ainsi sur une seule image représentée dans le plan gisement-doppler une représentation différenciée des échos fixes et mobiles détectés, sur laquelle
figure également une présentation reconstituée de la réverbération de fond,
25 de surface ou de volume.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de visualisation des échos reçus par un sonar actif utilisant une émission à spectre de raies, cette visualisation étant réalisée sur un écran panoramique, caractérisé en ce qu'il comporte au moins:

- 5 - une étape (71) de traitement doppler du signal reçu, cette étape permettant de classer les échos reçus en fonction de leur fréquence doppler,
- une étape (72) de création d'une image synthétique représentant dans un plan gisement-distance l'ensemble des échos détectés sous forme de symboles,
- 10 - une étape (73) de restitution sur l'image de la réverbération panoramique reconstituée.

2. procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la reconstitution de la réverbération panoramique est réalisée en affichant pour
15 chaque point de l'image, repéré par sa distance et son gisement, l'écho dont la fréquence doppler se situe au centre de la zone A (62).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les échos détectés sont représentés de manière différente selon qu'ils
20 sont mobiles (81) ou fixes (82).

4. Image de visualisation selon le procédé revendiqué, caractérisée en ce que les échos reçus sont représentés par des aires dont la couleur et la taille varient en fonction du niveau et de la durée de l'écho
25 reçu.

5. Image de visualisation selon la revendication 4, caractérisée en ce que les échos détectés sont mis en évidence au moyen de symboles, ces symboles permettant de distinguer les échos mobiles des échos fixes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de visualisation des échos reçus par un sonar actif utilisant une émission à spectre de raies, cette visualisation étant réalisée sur un écran panoramique, caractérisé en ce qu'il comporte au moins:

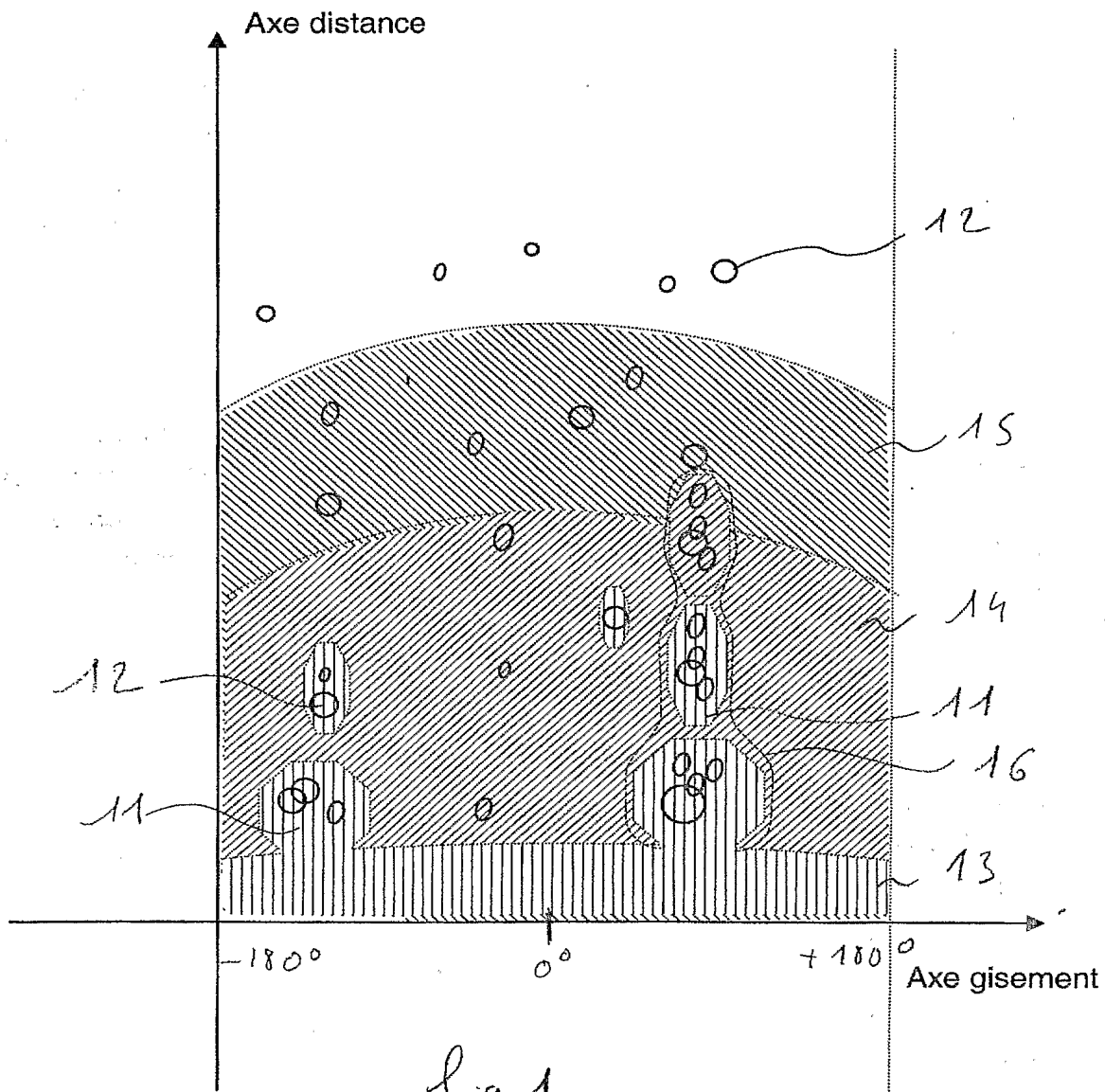
- 5 - une étape (71) de traitement doppler du signal reçu, cette étape permettant de classer les échos reçus en fonction de leur fréquence doppler,
- une étape (72) de création d'une image synthétique représentant dans un plan gisement-distance l'ensemble des échos détectés sous forme de symboles,
- 10 - une étape (73) de restitution sur l'image de la réverbération panoramique reconstituée.

2. procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la reconstitution de la réverbération panoramique est réalisée en affichant pour
15 chaque point de l'image, repéré par sa distance et son gisement, l'écho dont la fréquence doppler se situe au centre d'une zone A (62), correspondant aux fréquences dopplers relatives aux échos fixes.

20 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en qu'il produit une image comportant à la fois la réverbération panoramique reconstituée et les échos mobiles détectés, ces échos étant représentés par des aires dont la couleur et la taille varient en
25 fonction du niveau et de la durée de l'écho reçu.

 4. Procédé selon la revendication 4, caractérisée en ce que sur l'image produite les échos détectés sont mis en évidence au moyen de symboles, ces symboles permettant de distinguer les échos mobiles (81) des
30 échos fixes (82).

1/8



1/8

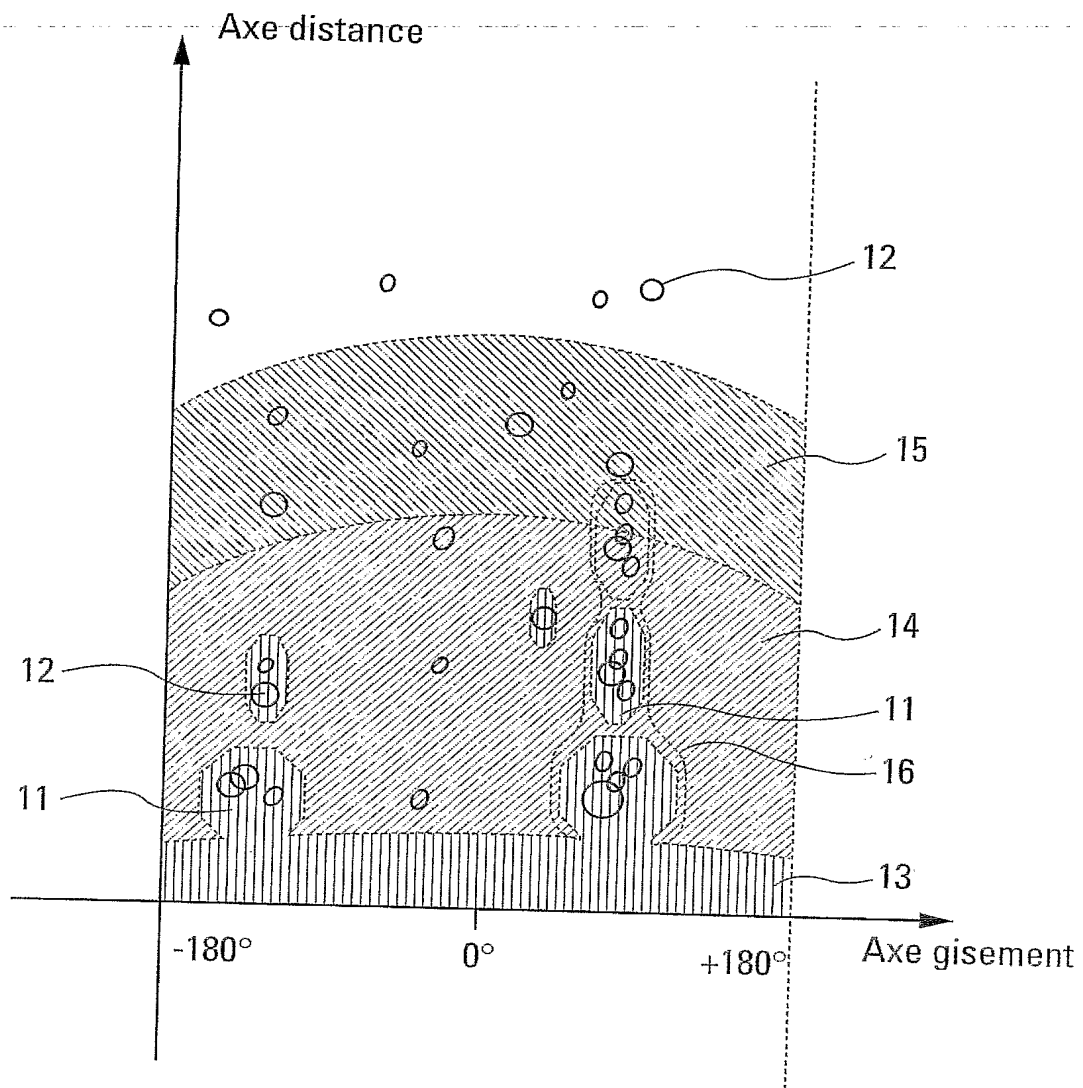


Fig. 1

2/8

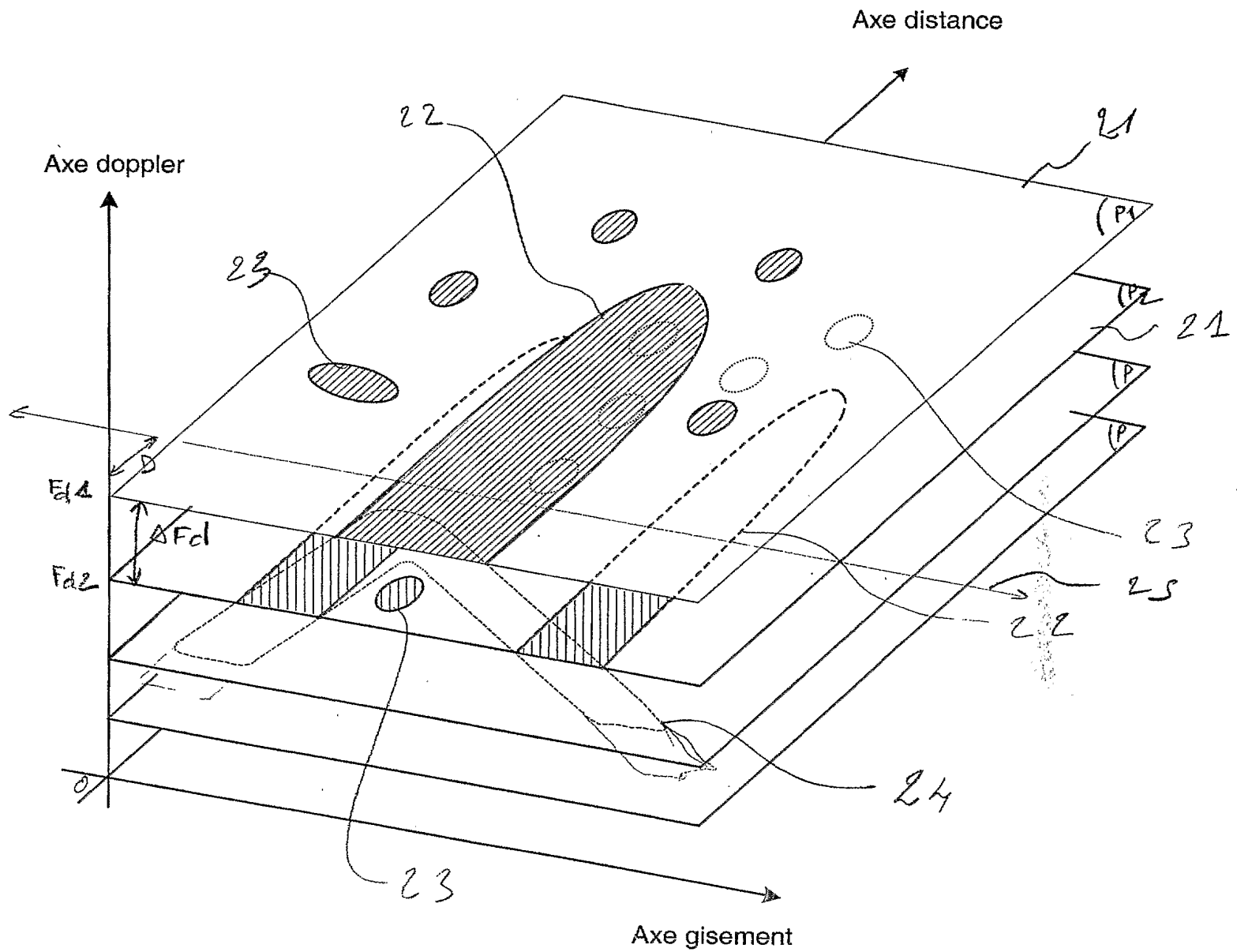


fig 2

2/8

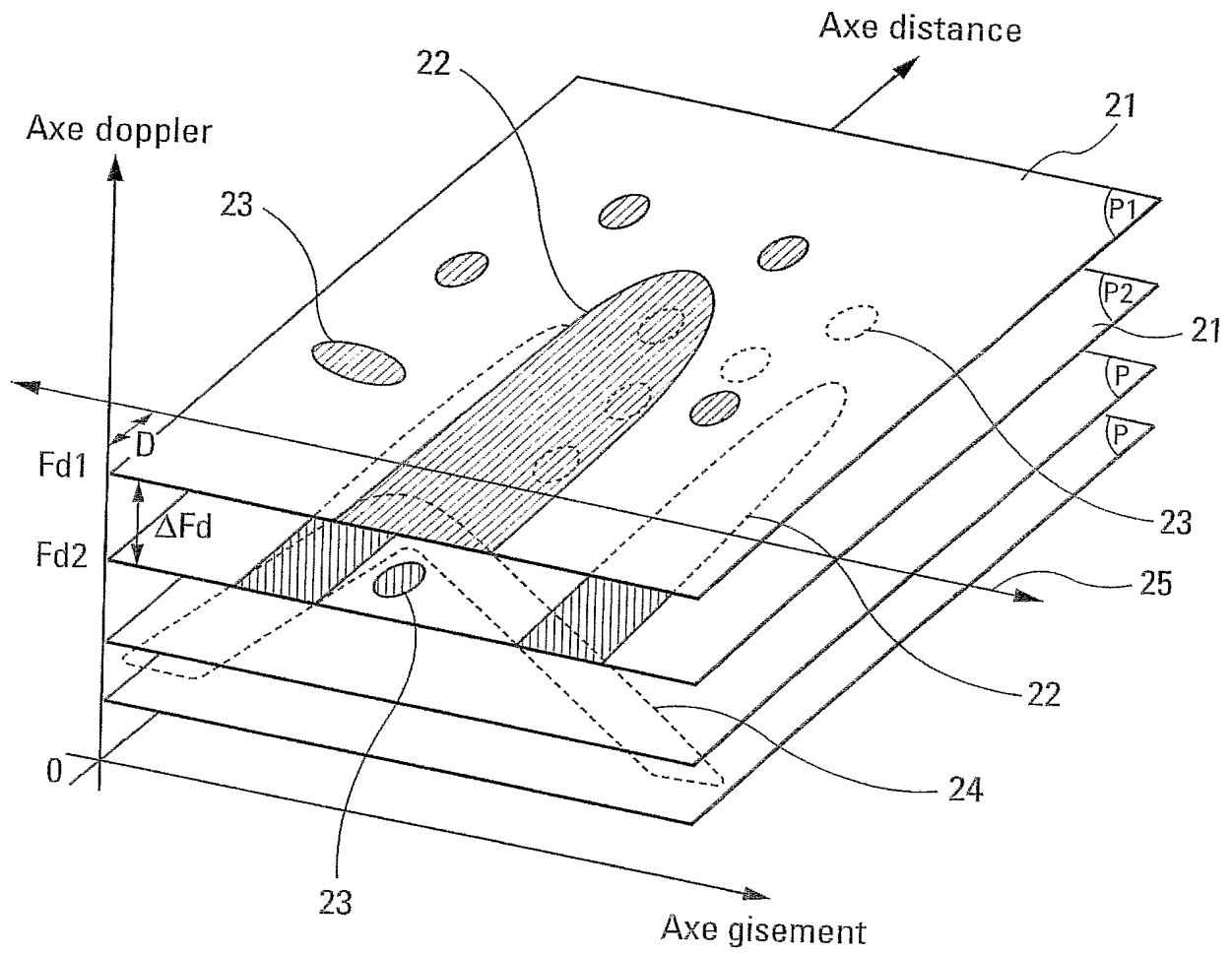


Fig. 2

3/8

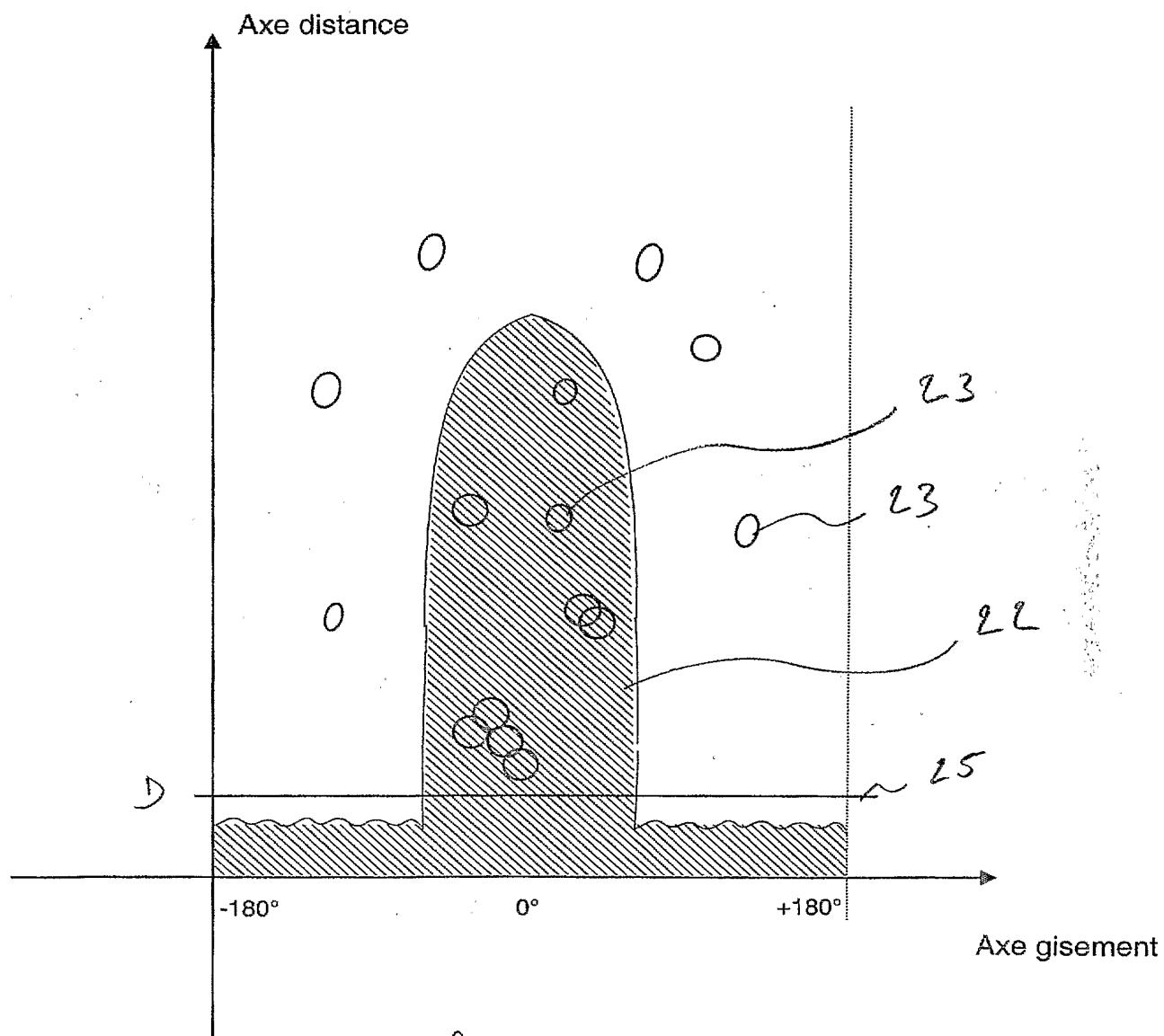


fig 3

3/8

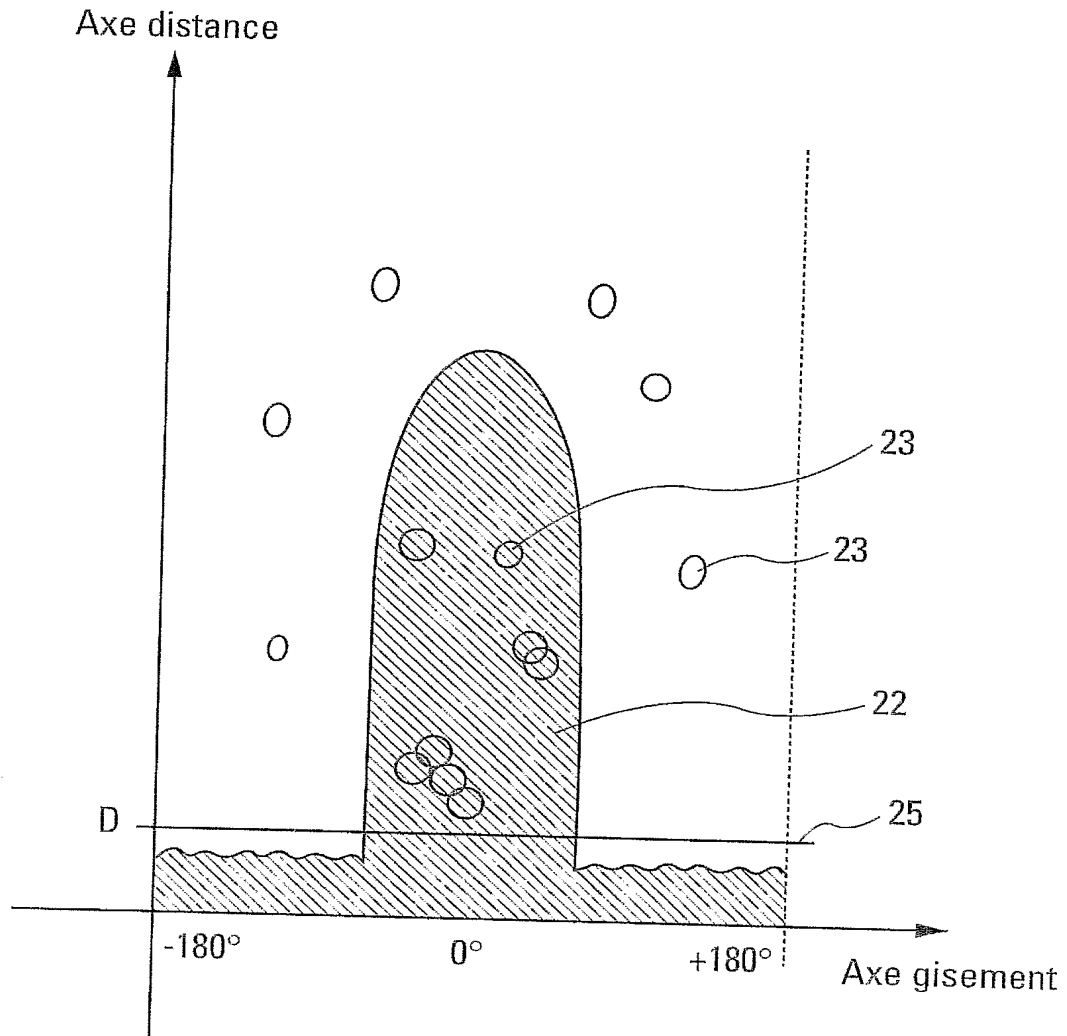


Fig. 3

4/8

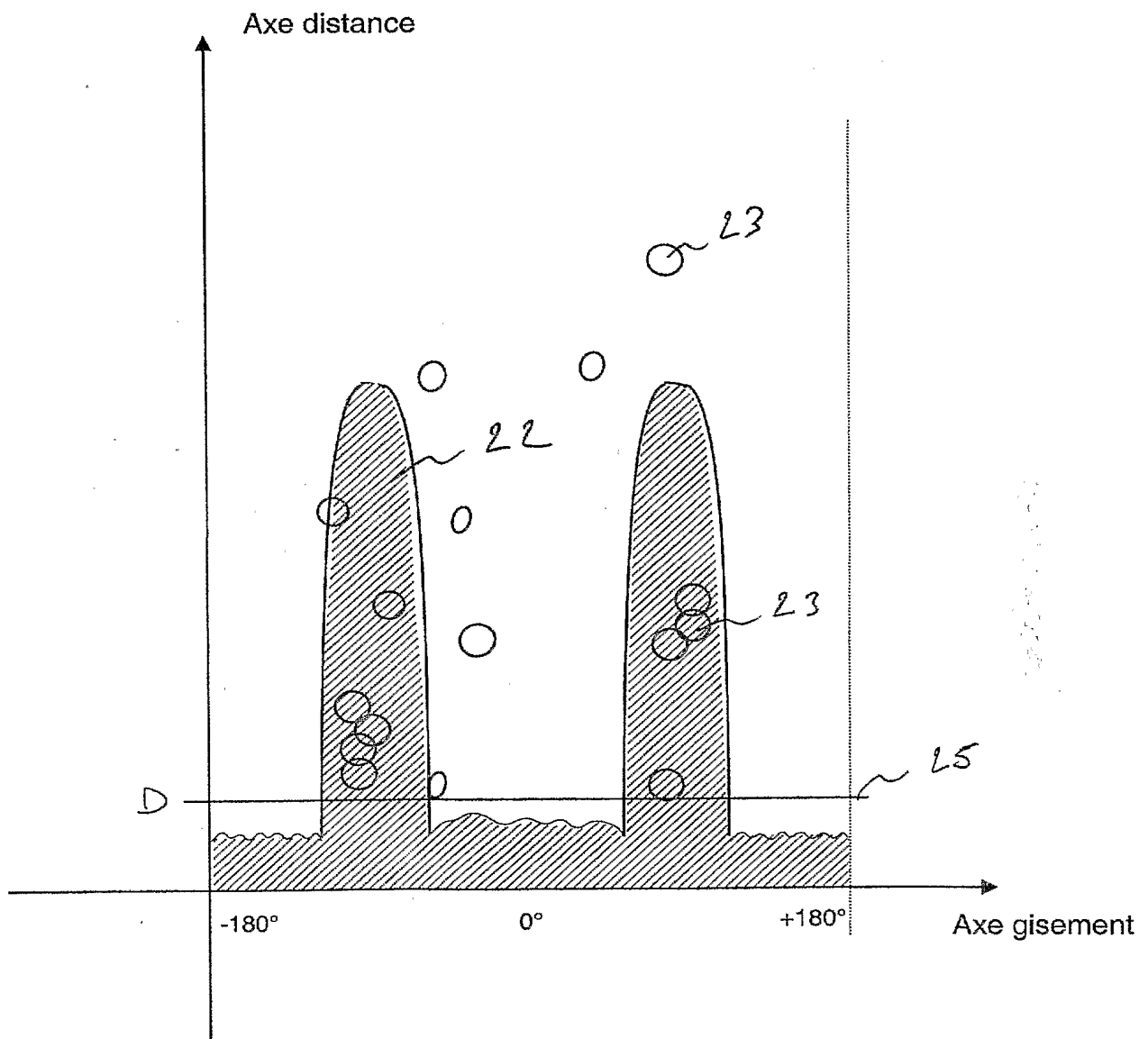


fig 4.

4/8

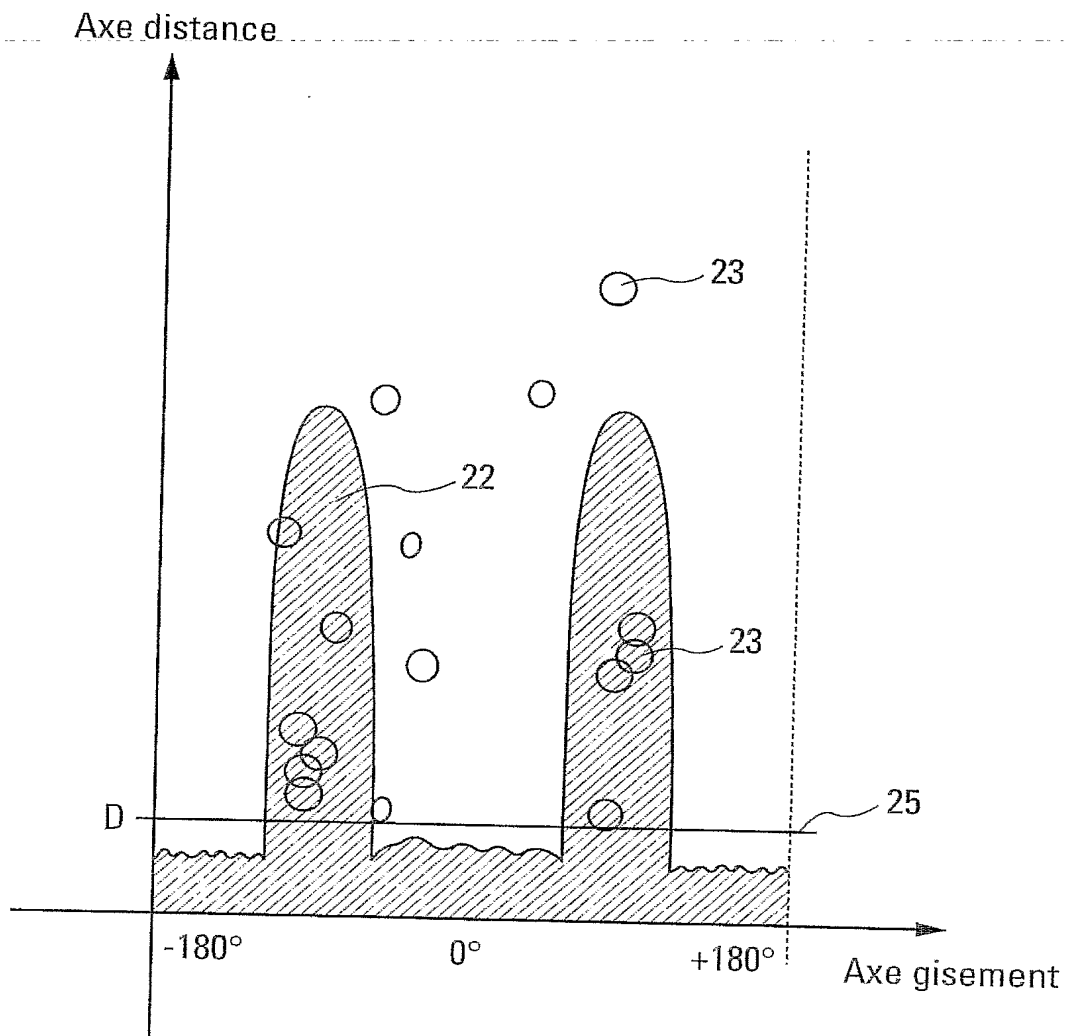


Fig. 4

5/8

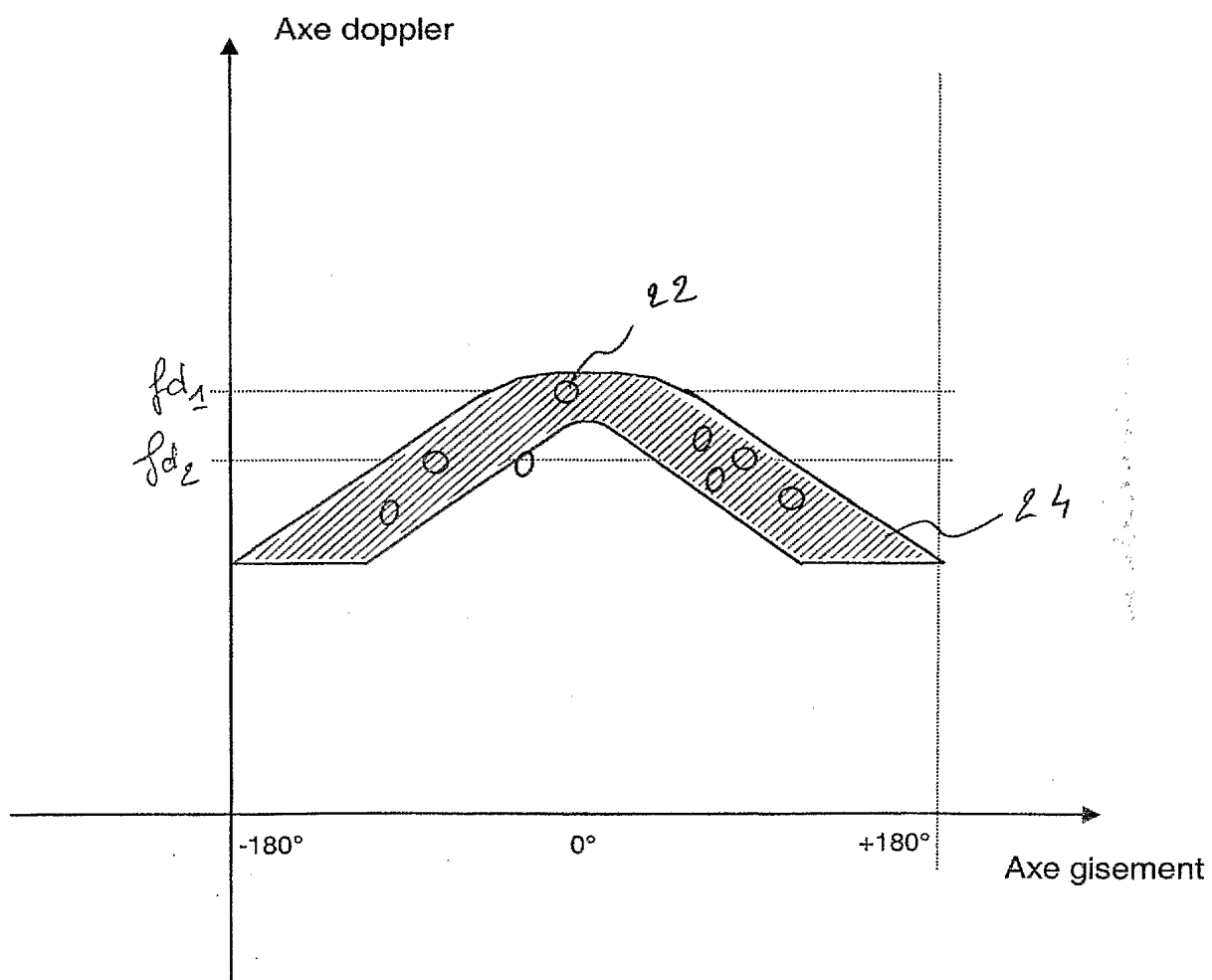


fig 5

5/8

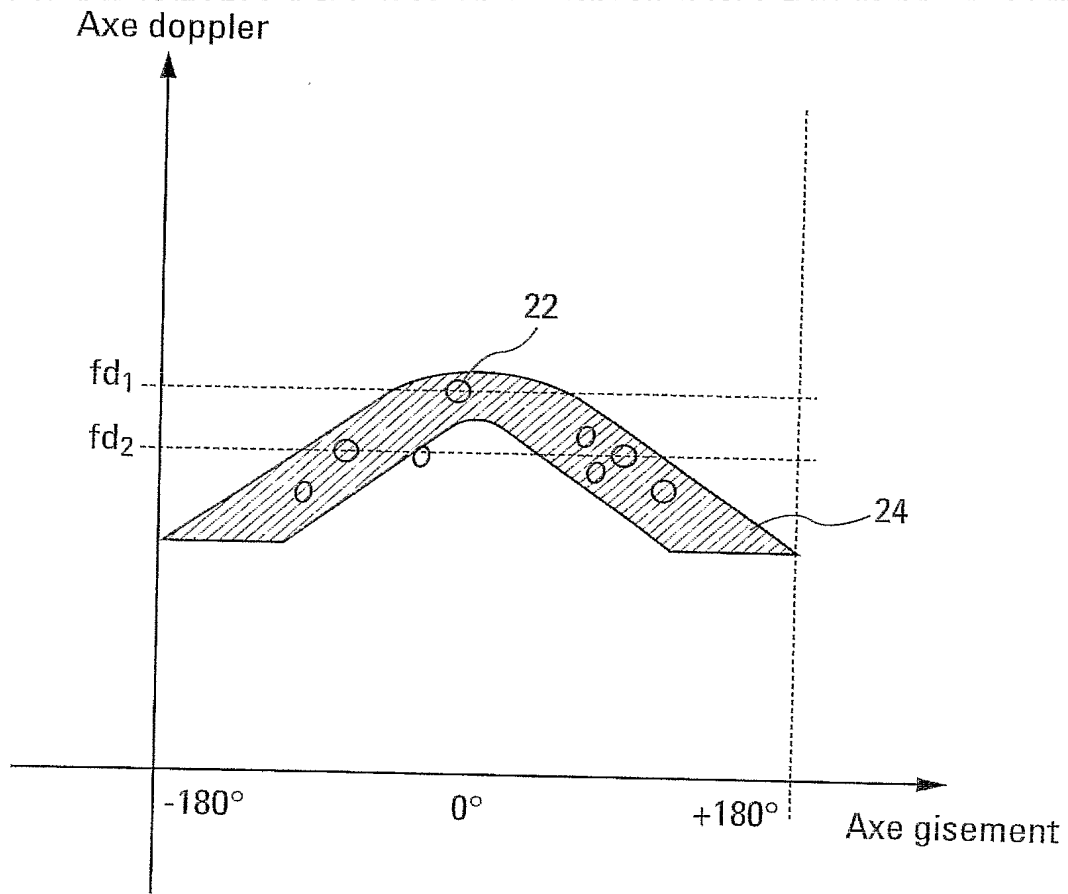
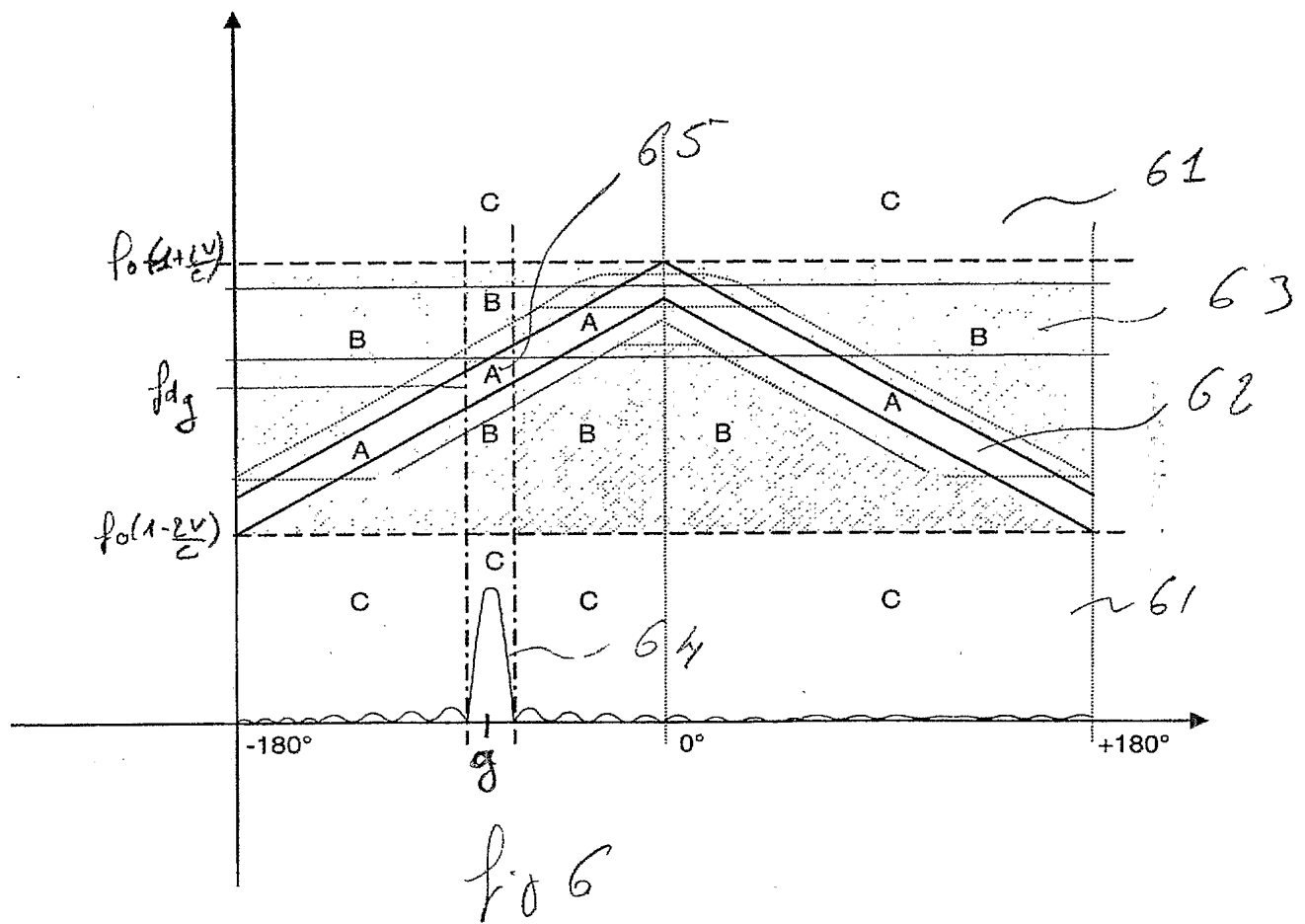


Fig. 5

618



6/8

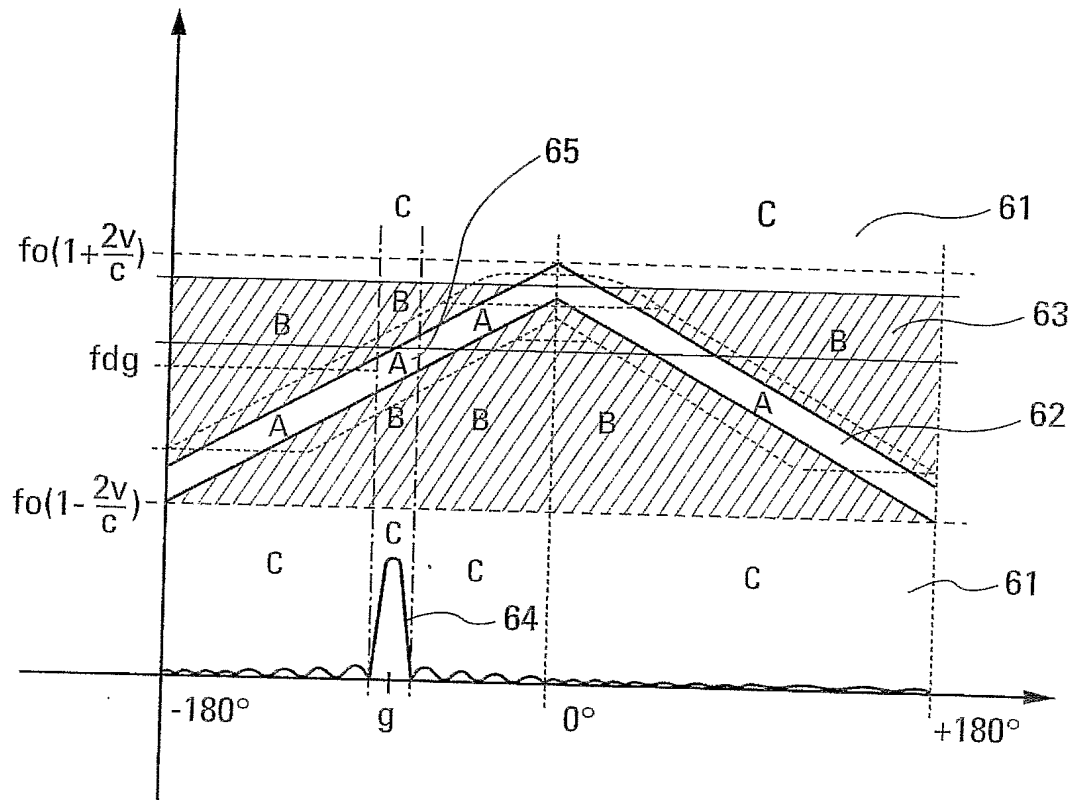
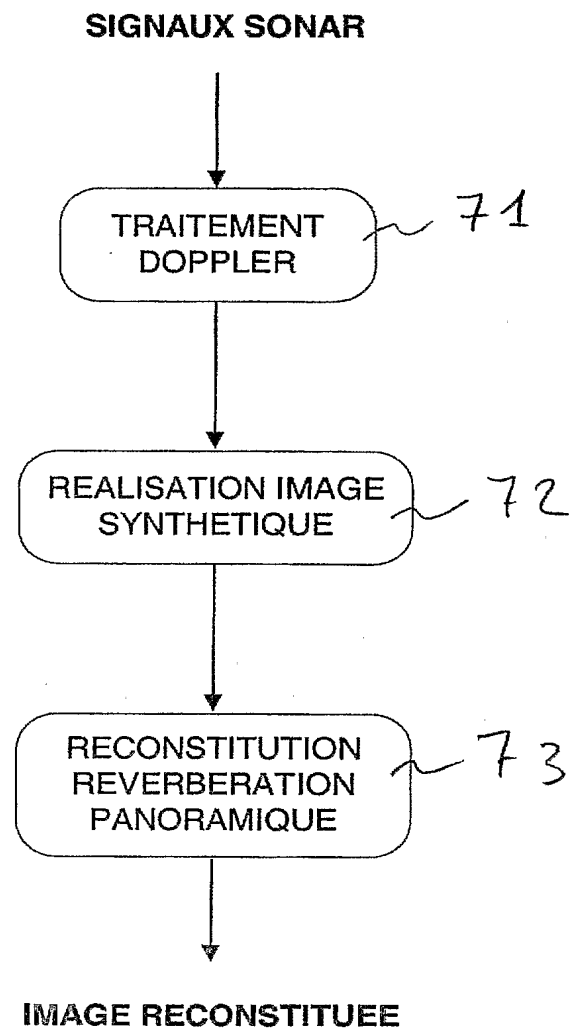


Fig. 6

7/8

*Figure 7*

7/8

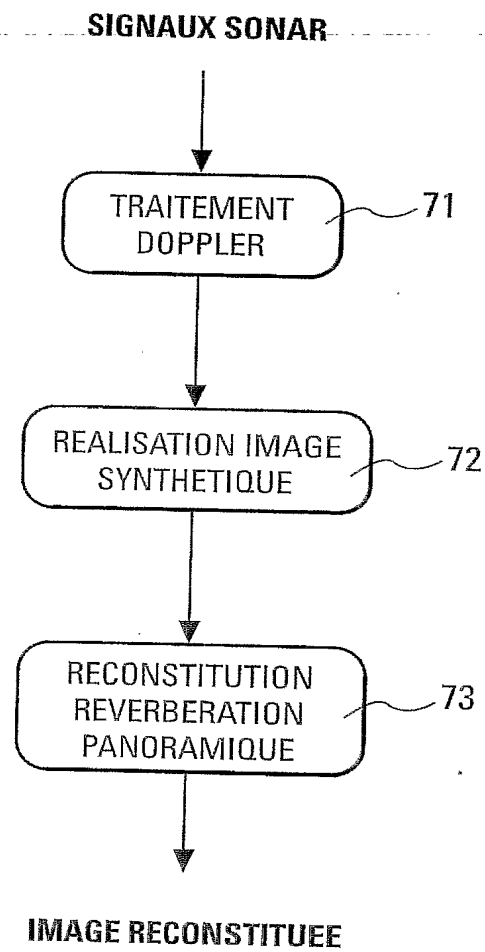
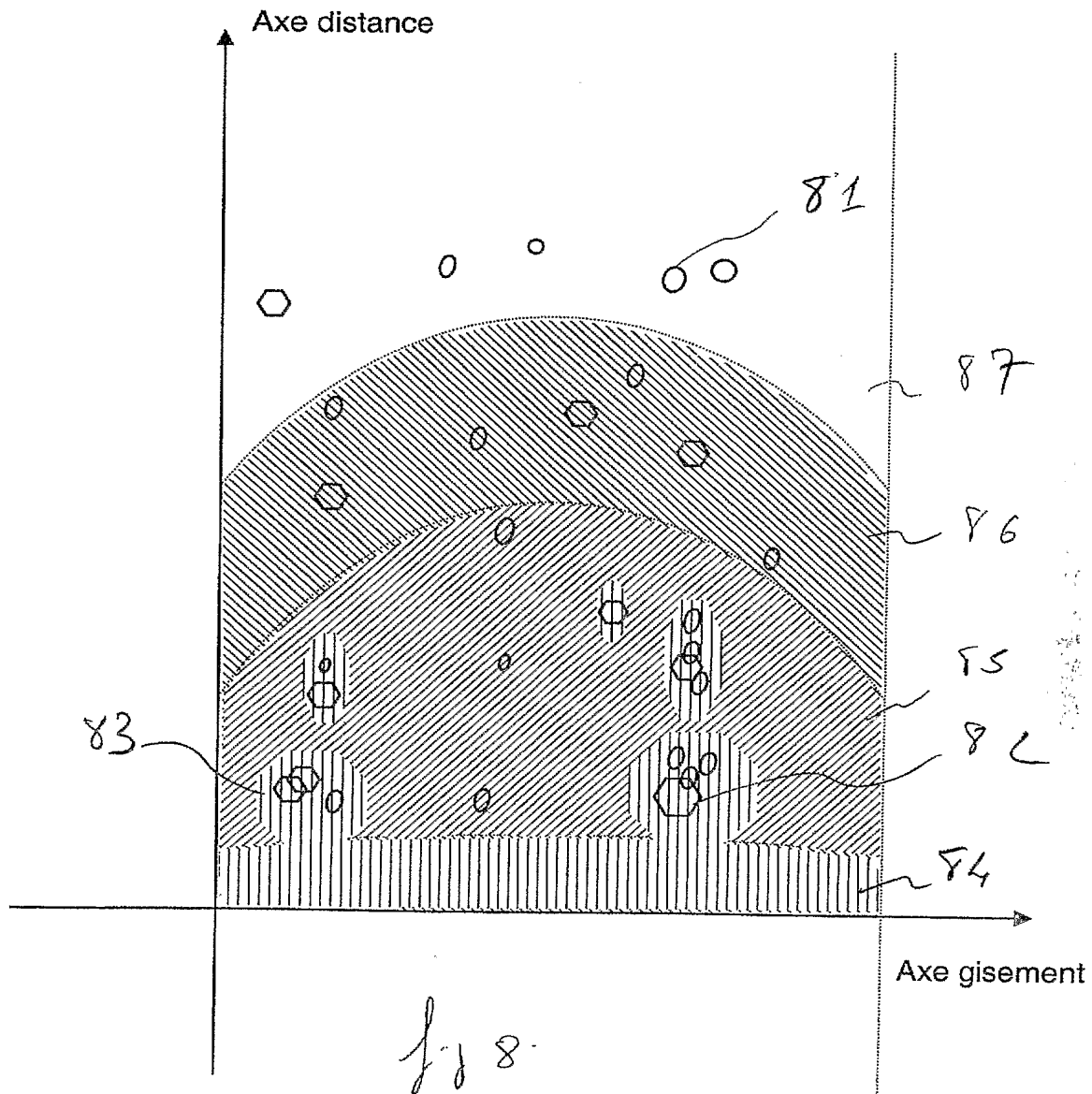


Fig. 7

8/8



8/8

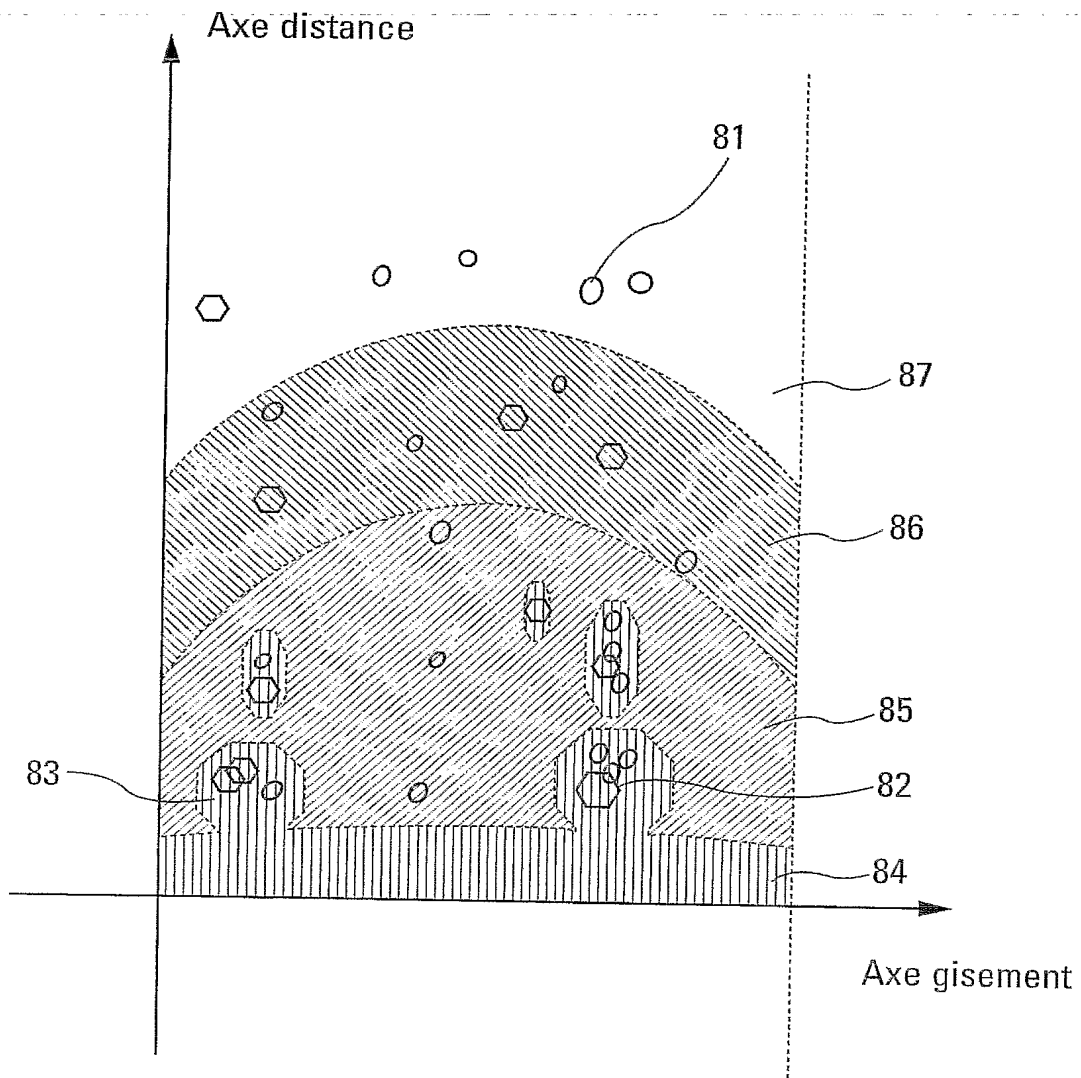


Fig. 8

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1../1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103



Vos références pour ce dossier (facultatif)		63290
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
PROCÉDE DE VISUALISATION DES ECHOS RECUS PAR UN SONAR ACTIF UTILISANT UNE EMISSION A SPECTRE DE RAIES.		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
THALES		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	ALINAT
	Prénoms	PIERRE
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33 avenue Aristide Briand
	Code postal et ville	94 11 71 ARCUEIL CEDEX
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
22 Décembre 2003 Viviane SIMON		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

